JHYG 型活塞式液体标准体积管

操作手册

天津新科成套仪表有限公司

设 备 说 明

一、 概述：

活塞式液体标准体积管（美国产品名称 Compact prover，即轻便式校验装置）是一种小体积的，以活塞为置换器的新型液体流量标准检定装置。八十年代初，美国有四个公司（smith、Brooks、Waugh、Conter）生产的四种不同结构的活塞式体积管投入国际、国内市场。由于这种新型的检定装置具有轻便灵活、重复性好、自动化水平高等许多优点，深受用户的欢迎，很快在石油（尤其是钻井平台）、化工、港口码头、商业贸易、生产科研等各个领域计量检定中得到广泛应用，各公司在欧、亚大陆都设有销售和维修网点。到目前为止，此种体积管在日本、英国等国也有生产、销售和使用，种类已有十几种。

随着计量法的颁布和实施，我国计量事业得到蓬勃发展，各行业的计量管理水平不断提高。由于工作需要，我国从八十年代开始引进国外计量仪表和检定装置，到现在已有 20 多台套，分别运行在油田、化工厂、港口及科研单位的计量检定系统中。这些仪表和标准检定装置的引进，推动了我国计量事业的发展，提高了我国计量检定水平和量值传递的准确性。但是由于价格昂贵，大部分单位虽然急需却无力购买。

一九八八年国家科委领导人视察大庆时明确指出：要研制国产的 Compact prover 和 Birotor Meter 作为代替产品，节省外汇……。

鉴于用户急需，国家领导人的期望，研制国产的 Compact prover 和 Birotor Meter 是十分必要的。

活塞式液体标准体积管（以下简称体积管）有车装和固定式两种，可作为在线和实验室检定双转子流量计、椭圆齿轮流量计、蜗轮流量计等有脉冲信号输出的液体流量计的基准器，也可作为科研、生产部门开发研制新产品，测试新产品性能的标准设备。它具有准确度高、重复性好、流量稳定、安装操作方便等优点，由于采用灵敏度极高的光敏元件及先进的双计时技术，使得以较小的标准体积及

较少的流量计脉冲数，作到高精度流量检定。体积管设计独特，没有旁通阀，检定过程中和静止状态时液流方向一致，减少了对液流的扰动。

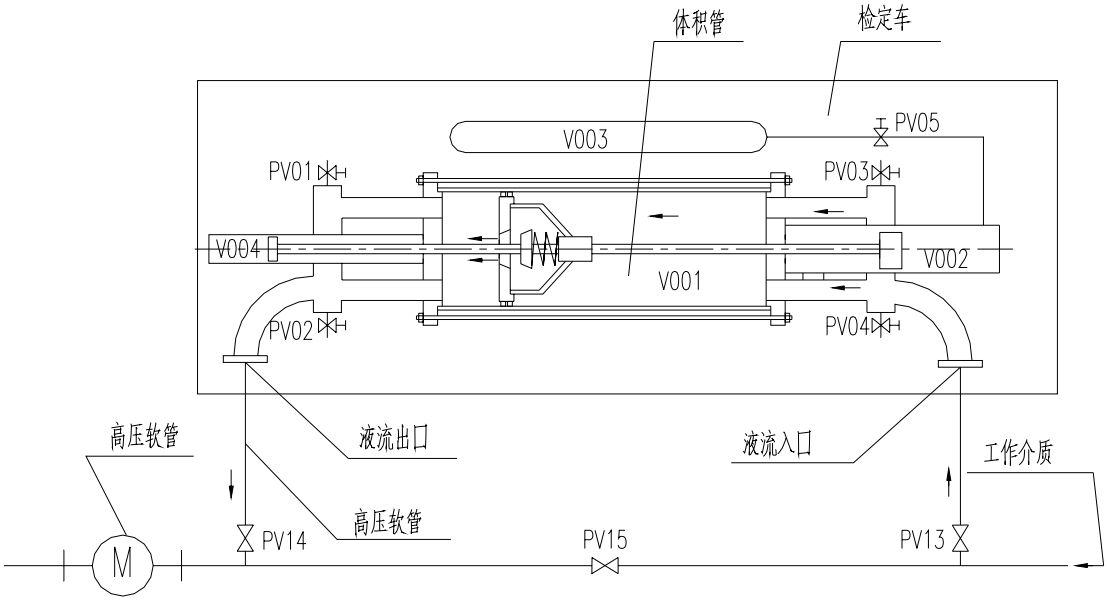
体积管采用计算机控制，检定时通过人机对话输入检定参数，用先进 DELPHI 计算机语言编程，全汉字提示。同时计算机控制数据采集模块，能自动采集、处理检定数据，并打印输出检定结果。根据速度式和容积式液体流量计计量原理及数据处理要求不同，分别编制了两套控制程序，为了工作方便，体积管标准容积检定程序也包括在内，充分发挥计算机用途。检定程序符合“ JJG209-94 体积管检定规程 ”和“ JJG667-97 液体容积式流量计检定规程 ”以及“ JJG198-94 速度式流量计检定规程 ”的要求。

由于整机电气部分均采用防爆电气设备，故体积管不仅可以在一般场所使用，同时还可以在石油、化工、军工等具有爆炸场所使用，本体积管的防爆标志为 dibIIBT4，故可用于工厂中爆炸性混合物属于 B 级温度组为 T4 及时其以下的爆炸性危险场所。

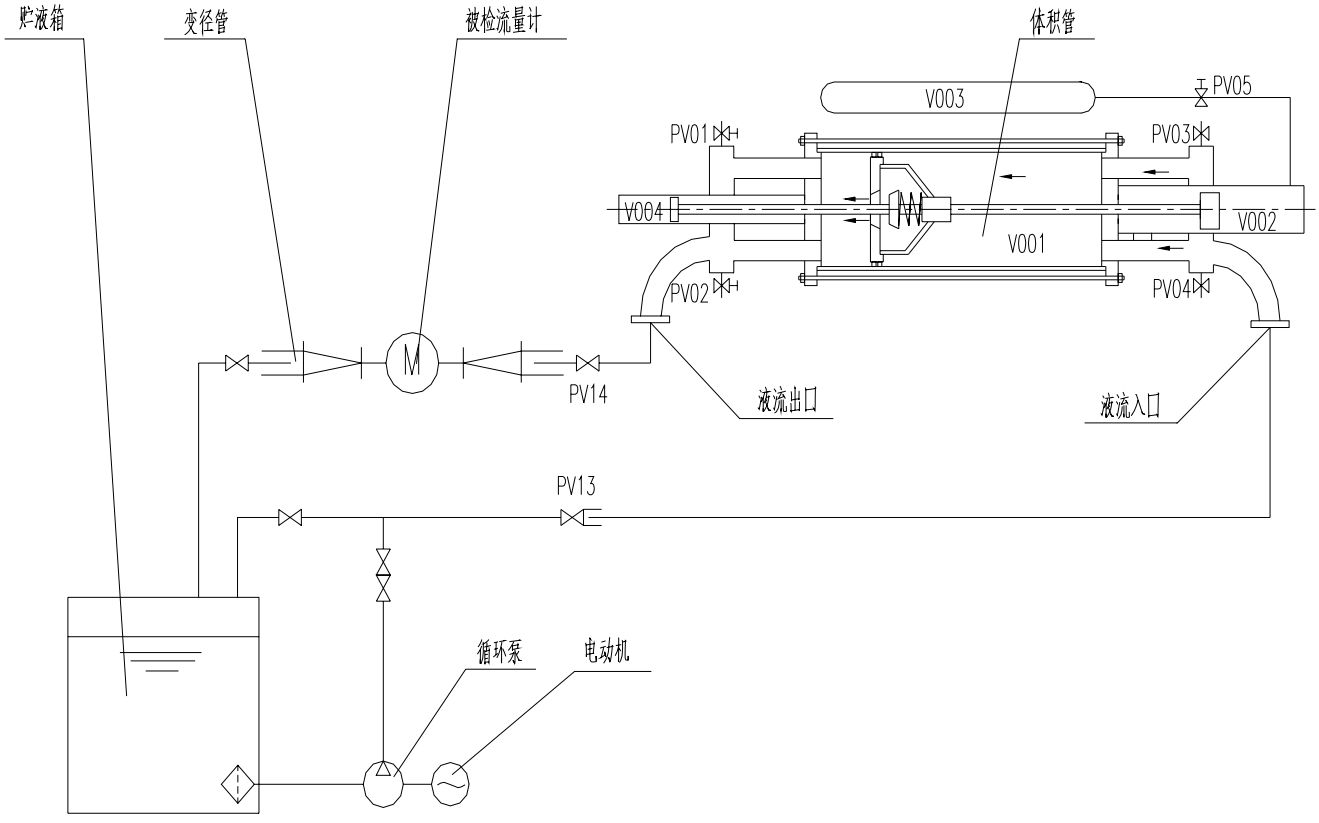
本体积管符合 GB3836-2000《爆炸性气体环境用电气设备》的有关规定，同时经国家指定检验部门检定合格并取得防爆合格证，其编号为：CE　　。

二、　流程图

活塞式液体标准体积管有车装和固定式两种，可作为在线和实验室检定双转子流量计、椭圆齿轮流量计、蜗轮流量计等有脉冲信号输出的液体流量计的基准器，也可作为科研、生产部门开发研制新产品，测试新产品性能的标准设备。它们的流程图如图一、图二所示。



图一　体积管在线检定流量计流程图



图二　体积管实验室检定流量计流程图

各系统功能说明

一、　机械系统：

1、组成及功能：

活塞式液体标准体积管机械系统由计量缸体、液压系统、氮气压系统、光电检测系统、数据处理系统等五部分组成（见图 1）。

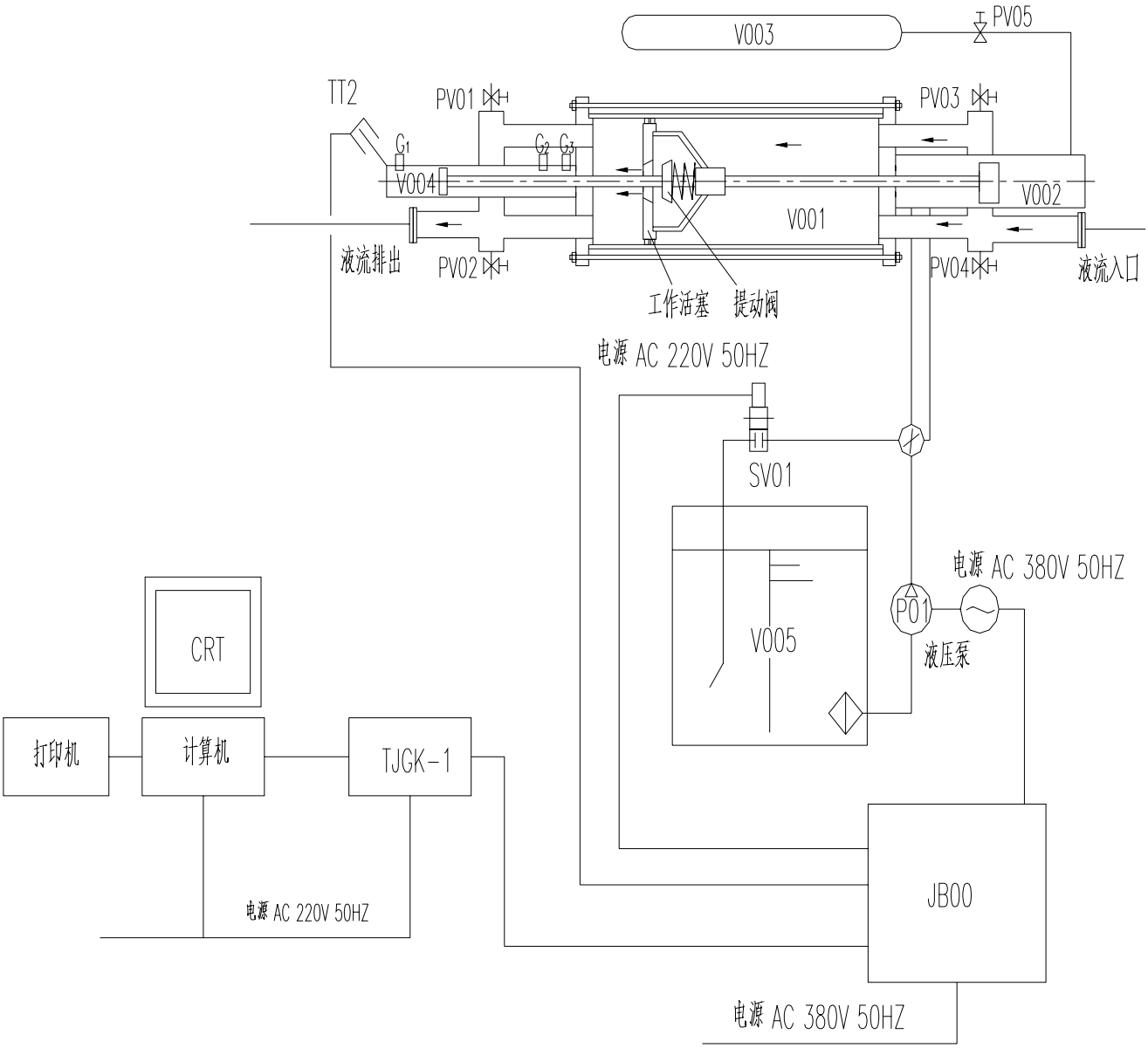


图 1　体积管系统组成图

(1) 计量缸体

计量缸体由出口法兰组件、入口法兰组件及计量管等组成。计量管内有计量活塞组件和活塞杆。计量活塞上的提动阀与活塞杆相连，，因此计量活塞通过提动阀的带动与驱动活塞同步运动。提动阀在氮气压、液压及弹簧压和的协调作用下，分别打开和关闭计量活塞上的液流通道，使液流在检定过程中和计量活塞返回上游（旁通）两种状态始终流动方向不变。（如图 2）

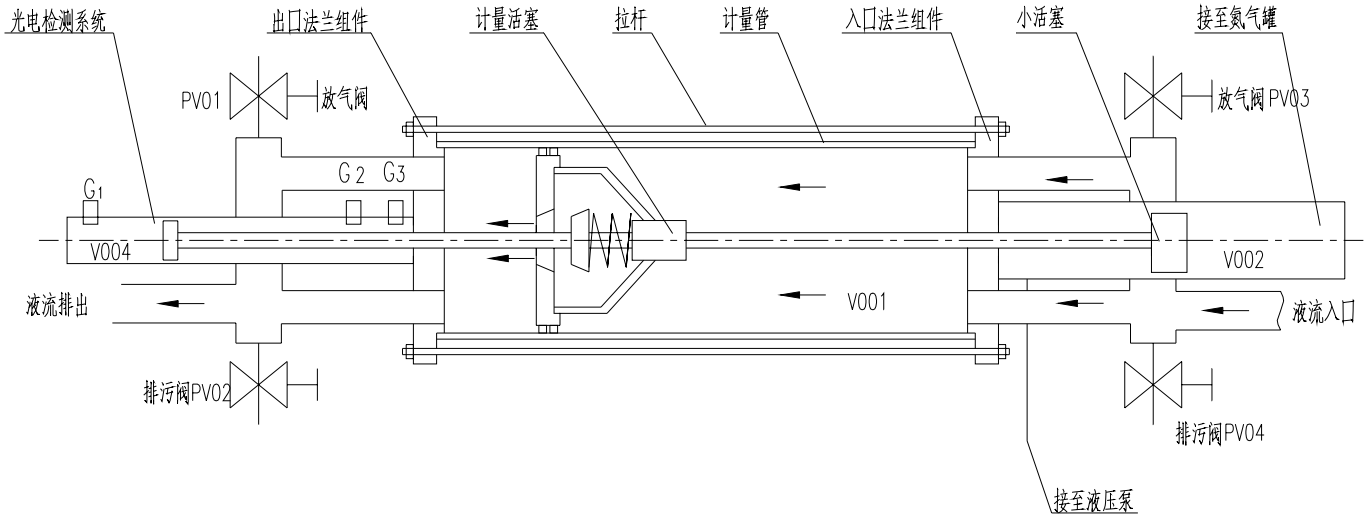


图 2　计量缸体组件

（2）液压系统

液压系统主要由液压油箱、液压泵、二位二通常闭电磁阀、液压缸、驱动活塞等组成。液压缸内驱动活塞的一端通液压油，另一端通氮气。断电时，电磁关闭，液压油进入液压缸，驱动活塞在液压的推动下向上游运动，拖动计量活塞返回上游位置，此时驱动活塞另一端的氮气及泵循环的液压油返回液压油箱，提动阀在弹簧力作用下关闭计量活塞上的液流通道，氮气压力克服活塞的摩擦力，使计量活塞随液流一起向下游运动。（见图 3）

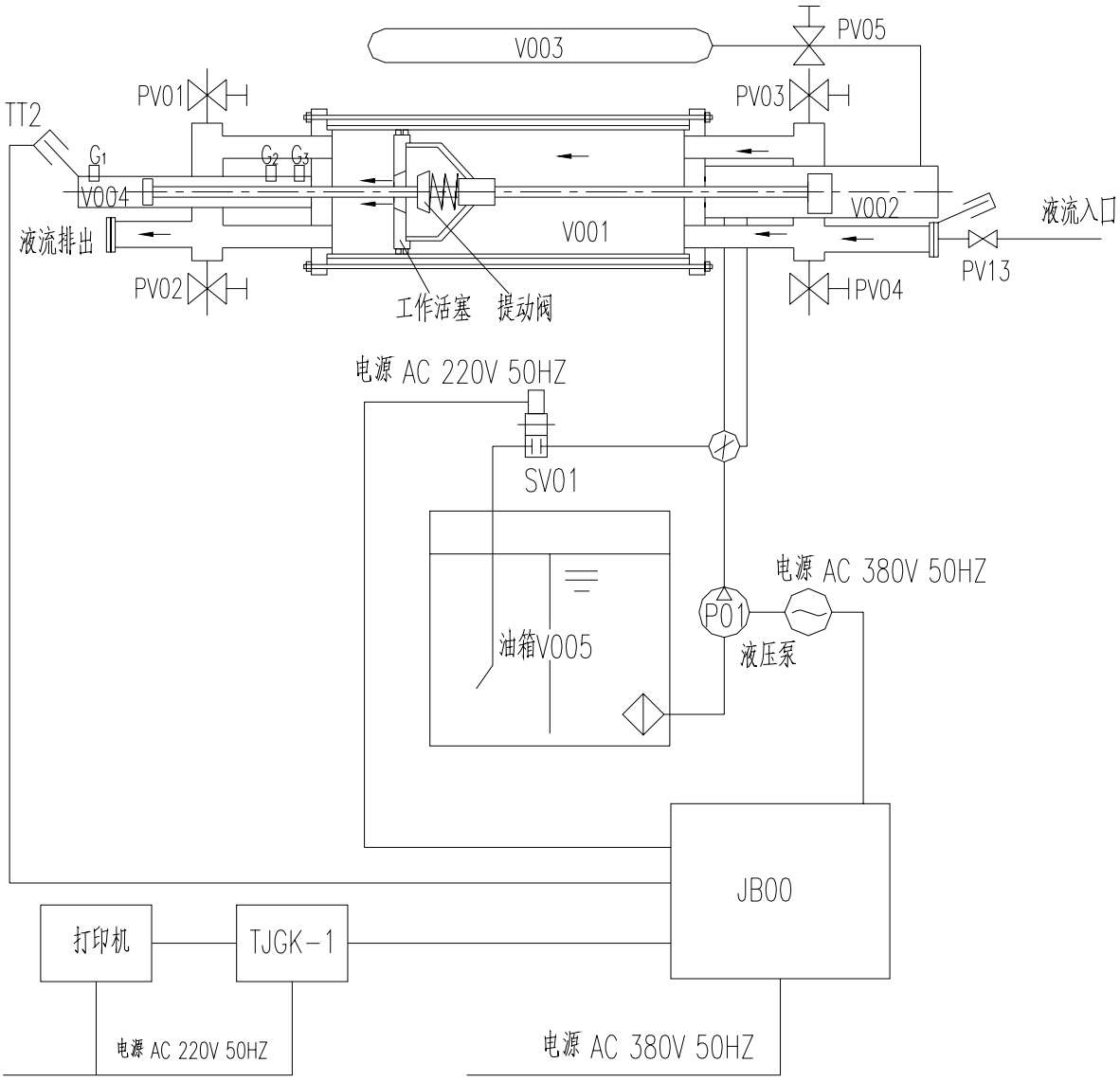


图 3　液压系统流程图

(2) 氮气压系统

在标定运行过程中，氮气压一部分用来克服由体积管内介质压力作用在驱动杆和光学检测杆上的轴向力，另一部分用来克服活塞杆上密封件的摩擦力，并在检定运行中推动活塞运行。适当设置氮气压力，可使计量活塞上下游检定介质的压差最小。（见图 4）

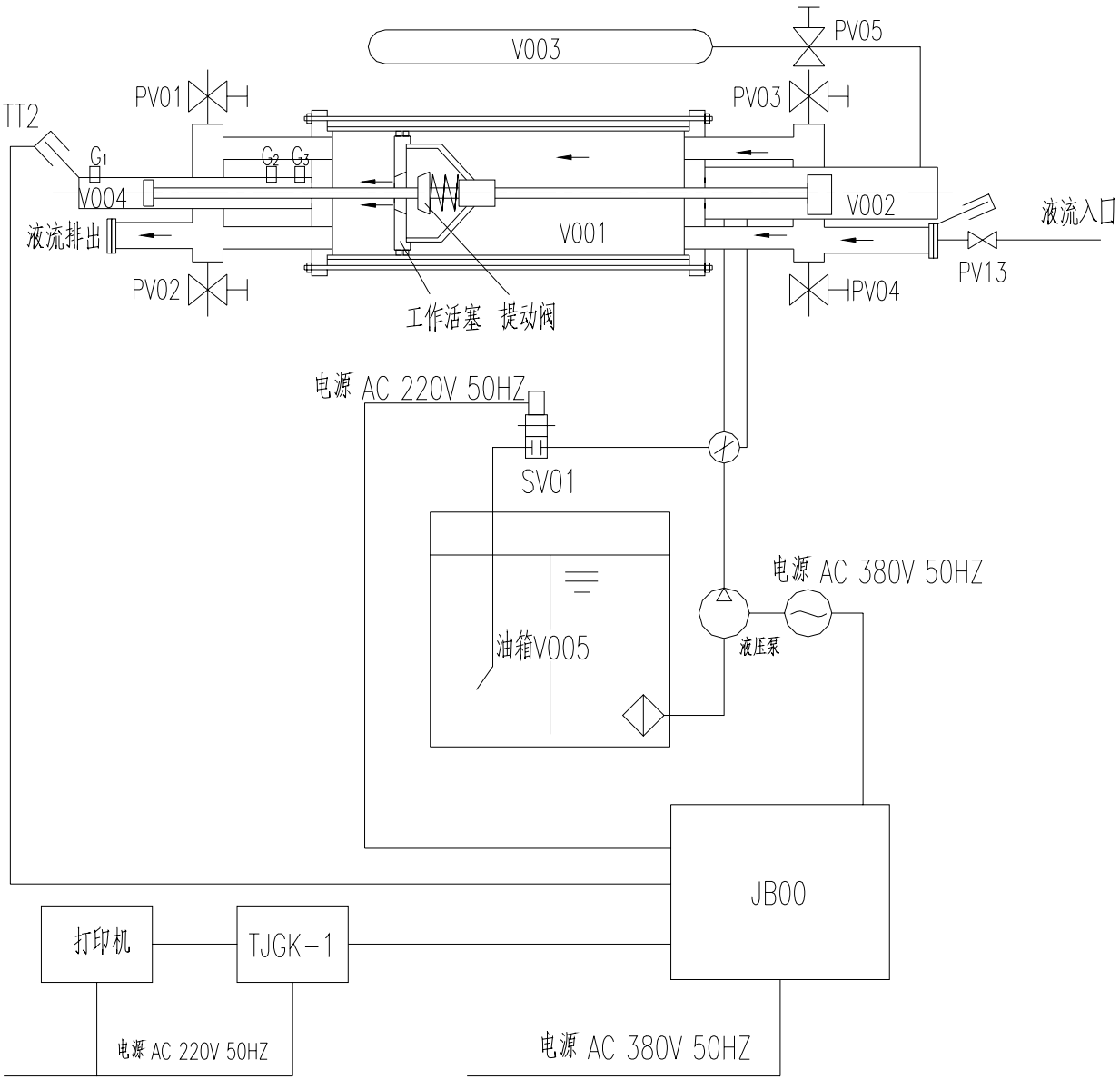


图 4　氮气系统流程图

(3) 光电检测系统

光电检测系统主要由光电检测开关、遮光器、遮光杆等组件组成。三个光电检测开关分别固定在支架的 G_1、G_2 和 G_3 位置，遮光器固定在遮光杆的一端，遮光杆的另一端与计量活塞相连，因此遮光器与计量活塞同步运行。在检定运行中，遮光器通过三个光电检测开关时分别发出信号进计算机，指示出计量活塞在计量管内的三个位置。G_3 表示计量活塞的上游位置，G_2 表示计量活塞的检定开始位置，G_1 表示计量活塞的

检定结束位置，G_2 和 G_1 之间距离确定计量管的内体积即是标准体积管的公称标准体积。为了提高整套装置的检定准确度及标准公称 体积的重复性，采用了高灵敏度的光电管和性能优良的电磁阀，确定标准管长度和 G_2、G_1 之间的定距杆采用了膨胀系数很小的殷钢，减少了标准体积受温度的影响。

(4) 数据处理系统

数据处理系统采用的是双时脉冲计敷法，(见图 5)当工作活塞通过

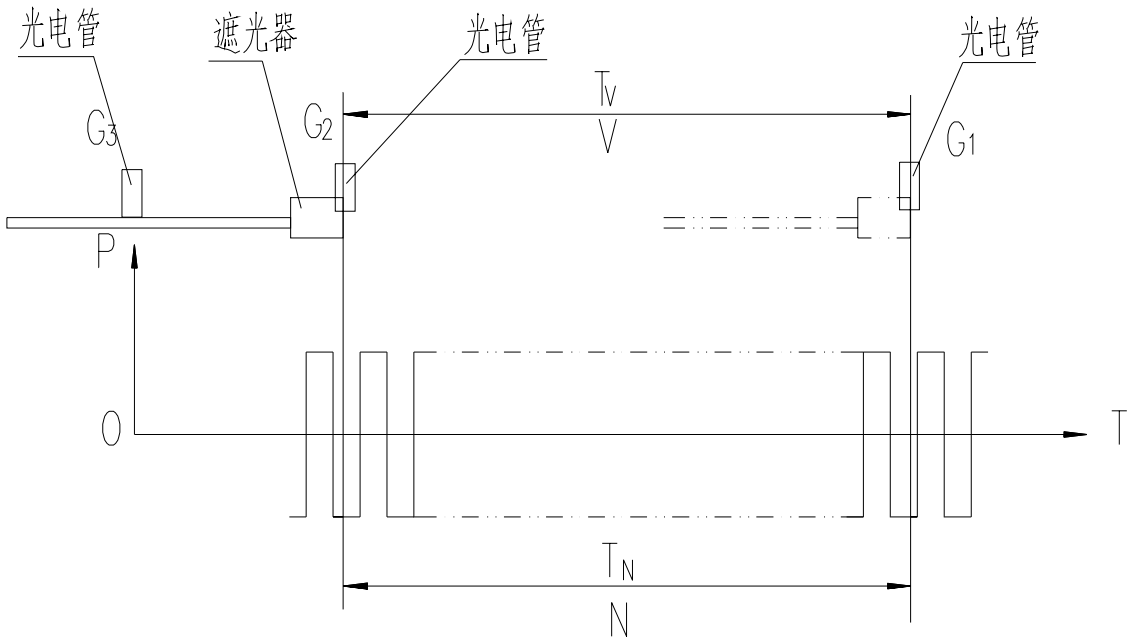


图 5　双时脉冲记数法原理图

G_2 检测开关（标准体积的起始位置）时，发出信号给计算机，启动计时器 A，这个计时器具有 1MHz 振荡输出频率，即以 0.000001 秒的增量进行计时，计量器 A 启动后，由被检流量计脉冲发生器发出的第一个正脉冲启动另一个具有 1MHz 振荡输出频率的计时器 B 和记录流量计脉冲数的记数器。当计量活塞通过 G_1 检测开关（标准体积的结束位置）时，停止第一个计时器 A，A 停止计时后，同样由被检流量计脉冲发生器发出的第一个正脉冲停止计时器 B 及计数器，时间间隔 Tv 为体积管排除标准体积 Vs 所需的时间，时间间隔 Tn 为记录流量计脉冲发生器发出的完

整脉冲数 N 所需的时间。利用这组数据，可以得到被检流量计通过标准体积液体的时间内，发出的精确脉冲数（可以是小数），减少了计数误差，从而提高了标定精度。

计量管材质为碳钢，研磨后内表面镀硬铬或化学镀镍，充分保证了内表面的光洁度、耐磨性和防锈蚀性。计量活塞与缸体之间采取了特殊的密封形式，摩擦力小且密封效果好。在计量管出口法兰上设置了提动阀限位器，入口法兰上设置了计量活塞限位器，使计量活塞停在下、上游位置时，液流通道总是打开的，保证了体积管在各种状态下液流方向不变。

二、 体积管工作原理：

1． 体积管的标准体积是经过水驱法精确标定的已知数 Vs，在一个标定循环过程中，体积管排出一个标准体积的液体，同时记录被检流量计通过相同体积的液体所发生出的精确脉冲数 N，由此得出未经温度、压力修正的被检流量计仪表常数 Kg：

$$Kg = N / Vs \qquad N / L$$

经温度、压力修正后，得到被检流量计的静仪表常数 $Kn = Kg \times C$

被检流量计在出厂时给出的基本仪表常数为 K_b，K_b 与 Kn 之比，即为被检流量计的流量计系数 MF，即

$$MF = K_b / Kn$$

被检流量计的基本误差 E 由下式确定：

$$E = (1 - MF) \times 100\%$$

2． 上述过程由计算机控制体积管完成：

2．1 静态：体积管停止工作时，液压电磁阀断电关闭，计量活塞处在下游止点位置，提动阀打开计量活塞上的液流通道。（如图 6 所示）

2．2 活塞向上游运动

起动液压泵，由于电磁阀断电处于关闭状态，液压油进入液压缸，推动驱动活塞向上游运动，驱动活塞通过活塞杆带动计量活塞返回上游，并停在上游止点位置，等待计算机发出检定运行指令，此时提动阀打开，液流通过工作活塞。（如图 7 所示）

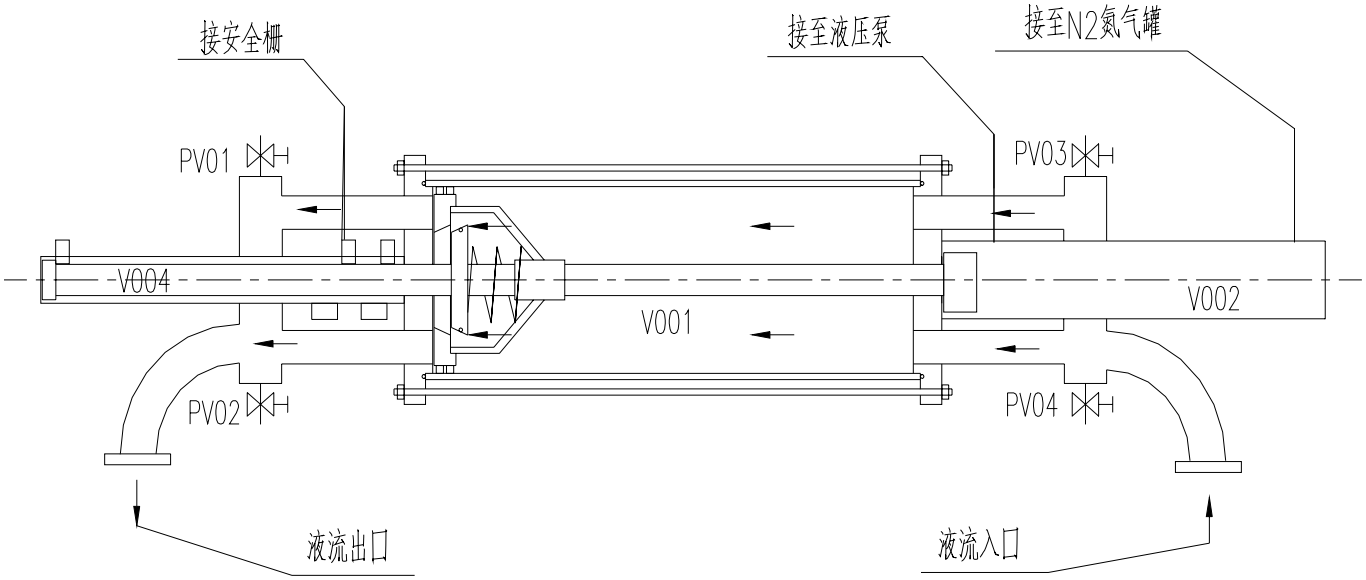


图 6　体积管静止状态原理图

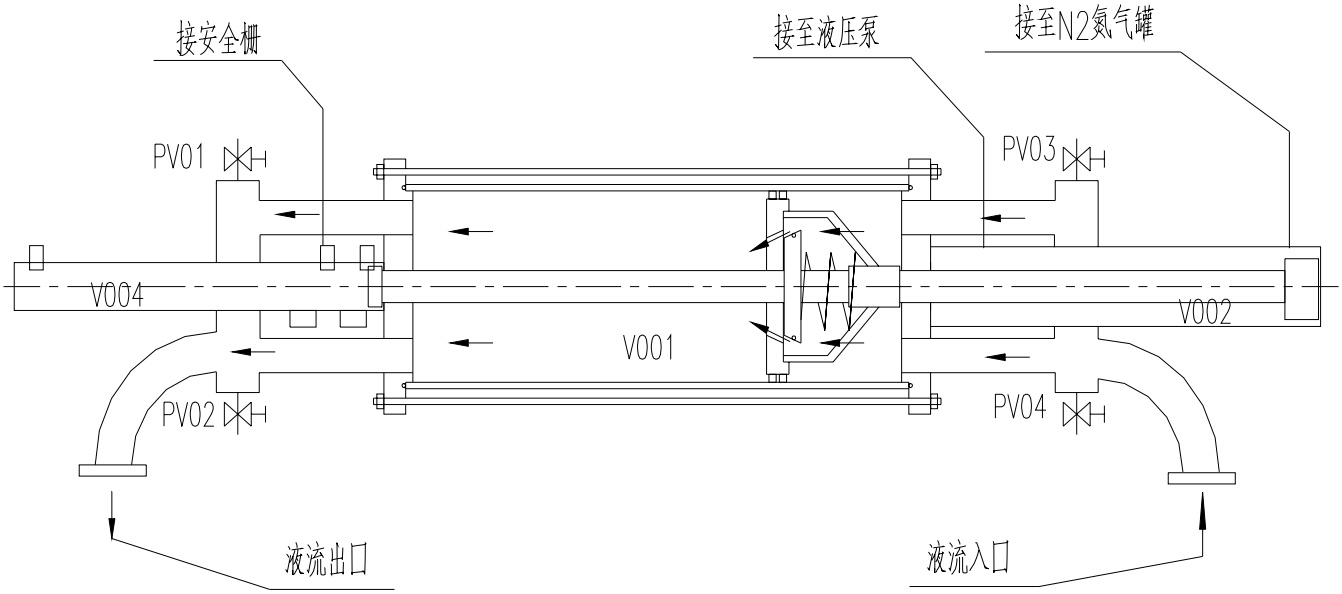


图 7　活塞向上游运行原理图

2．3 接到运行指令后，电磁阀通电打开，液压缸内液压油返回油箱，提动阀在氮气压力和弹簧力作用下关闭计量活塞上的液流通道，计量活塞随液流向下游移动，实现标定运行。与计量活塞同步运行的遮光器分别通过三个光电检测开关 G_3、G_2 和 G_1。（如图 8 所示）

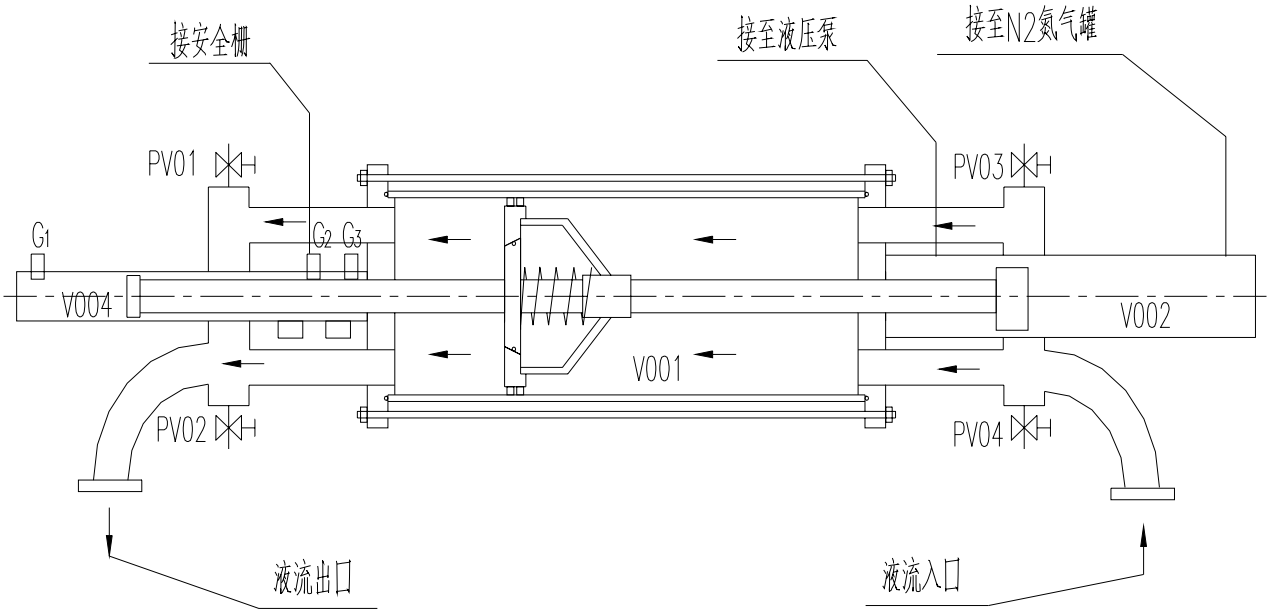


图 8　检定状态原理图

2．4　当遮光器通过光电检测量开关时，电磁阀断电关闭，液压油进入液压缸，推动驱动活塞向上游运动，并使提动阀打开计量活塞上的液流通道，拖动计量活塞返回上游。

三、　设备的技术参数：

序号	名称	技术参数
1	接口法兰	DN100~300mm
2	计量管直径	最大 630mm
3	公称体积	50L;100L;200L;300L
4	重复性误差	≤0.02%
5	装置准确度	≤±0.04%
6	公称压力	1.6/2.5/4.0/6.4Mpa(由用户定)
7	工作温度	-30 ℃ ~ + 80 ℃
8	适用介质	原油、成品油等
9	介质粘度	0.5~200($10^{-6}m^2/S$)
10	流量范围	300L:　1.12~1200m^3/h 200L:　0.8~800 m^3/h 100L:　0.4～400 m^3/h 50L:　0.2～200 m^3/h
11	整机阻力损失	≤0.1MPa
12	计算机电源	AC220V　50Hz
13	电磁阀电源	AC220V 50Hz
14	液压泵电机	300L;200L: AC380V P=7.5KW 100L: AC380V P=4KW 50L: AC380V P=2.2KW
15	防爆等级	dib(ib)IIBT4
16	液压油箱容量	300L;200L:＞150L 100L:〉80L 50L:〉40L
17	气罐容量	300L;200L: 0.6m^3

		100L;50L: 0.4m^3
18	气罐最大工作压力	2.4MPa
19	外型尺寸	300L: 5400×1800×1300(参考) 200L: 4800×1800×1250(参考) 100L: 4200×1800×1200(参考) 50L: 3800×1800×1150(参考)
20	整机重量	300L: 约 3500Kg 200L: 约 3000Kg 100L: 约 2500Kg 50L: 约 2000Kg

微机操作系统

一、 系统安装

1． 系统组成（见图 9）

1．1 体积管控制器

1．2 笔记本电脑

1．3 打印机（附电缆一根）

1．4 7 线控制信号电缆一根

1．5 3 线流量信号电缆一根

1．6 7 线温变、压变信号电缆一根（选装）

1．7 4 线温变、压变信号电缆一根（选装）

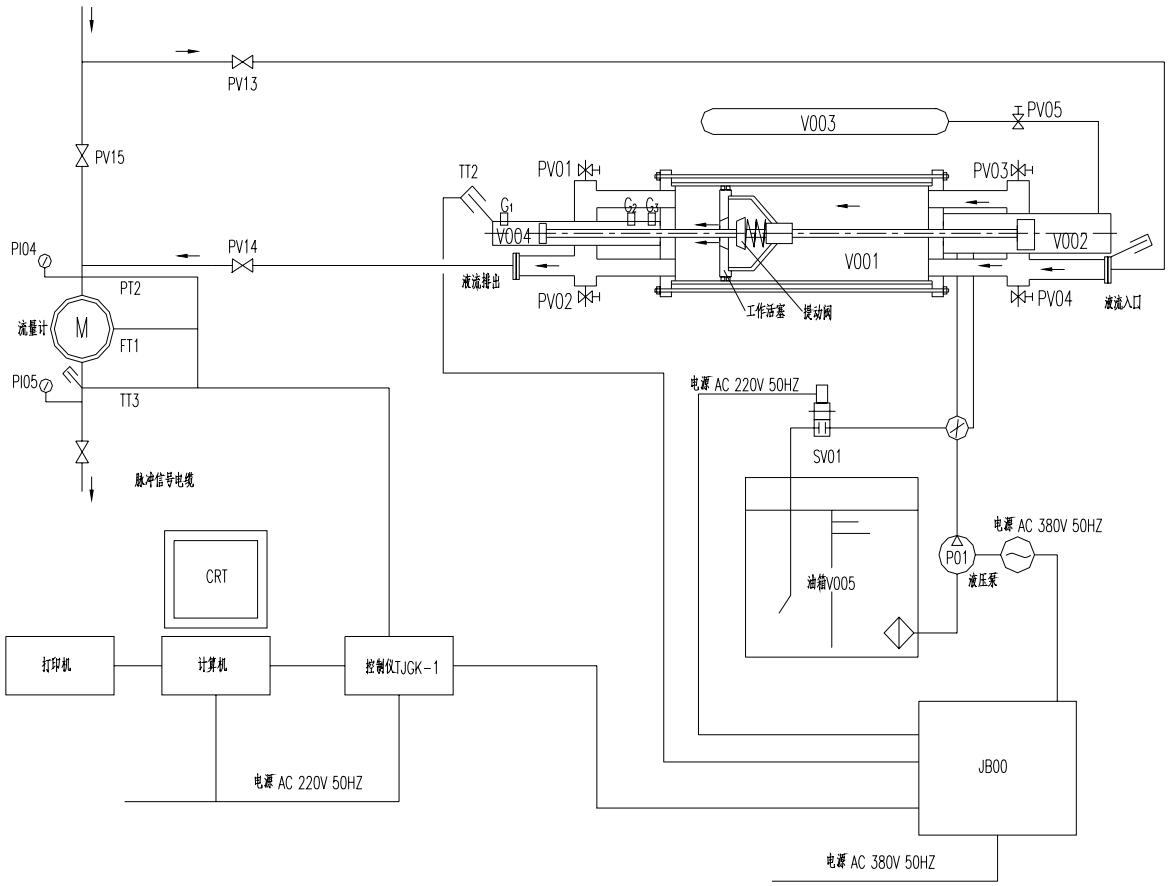


图 9　体积管及微机系统组成图

2．　微机系统的安装

2．1　首先将计算机和打印机放置在工作台上，在计算机后面有各种连接插座对应插好。将打印机连接电缆接计算机打印输出口。

2．2　控制仪的安装：将从体积管和流量计处来的控制，流量及温压补偿插座接到控制仪对应接口上。

3．　电气规格

3．1　电源要求

微机系统各部分所用外部电源均为：交流 220V　10%，50Hz

电源总功耗：200W

3．2　输入信号

3．2．1 被校流量计脉冲信号

信号电平： 低　0~0.4V

高　4~12V

最小脉冲宽度：5 微秒

最大脉冲频率：5000Hz

输入脉冲类型：矩形波、正弦波

有效极性：正向

3．2．2 体积管上游位置指示信号：

信号电平：12V，10mA 直流信号电平

3．2．3 体积管检定信号

信号电平： 低　0~0.4V

高　10~15V

4．　输入信号插座接线方式

4．1　体积管信号插座（J1）：

(1) +12V~15V

(2) 地

(3) 检定控制输出

(4) 上游位置信号

(5) 检定始终信号

(6)　+12V~15V

(7)　屏蔽线层

4．2　体积管上温度、压力变送器插座（选装）

(1) 体积管进口温度正极

(2) 体积管进口温度负极

(3) 体积管进口压变正极

(4) 体积管进口压变负极

(5) 光电管温度正极

(6) 光电管温度负极

4．3　被校流量计信号输入插座（KS）

(1) +12V

(2) 脉冲输入

(3) 地

(4) 屏蔽线层

4．4　被校流量计处温度、压力变送器插座（选装）

(1) 流量计处压变正极。

(2) 流量计处压变负极。

(3) 流量计处温度正极。

(4) 流量计处温度负极。

4．5　把体积管计算机及控制仪背后的黄绿色导线单独可靠接地！

二、　操作方法说明

1．　系统启动

首先，按前述要求认真检查各插件，连接线是否正确可靠，在体积管使用前应将接地盘上的线缆与现场接地极可靠连接！然后，按下述步骤进行。

1．1　开启体积管电源。

1．2　检查氮气罐压力。

1．3　安装好打印纸，使打印机处于联机状态。

1．4　打开控制器电源。

1．5　打开笔记本电脑电源开关，进入 Windows 操作系统后单击开始菜单从程序表单中可见“ 体积管检定流量计程序 ”图标内“ 体积管检定程序 ”，用鼠标点击该图标可流量计检定程序即可检定界面。单击“ 参数图标 ”可输入体积管各种计算参数及备注参考数据。单击“ 检测图标 ”可进入

检测设置界面按程序提示进行正确操作，点击“ 确定 ”后选定自动或手动输入温度、压力值。在确认显示的瞬时流量符合要求后，按“ 开始检测 ”即可自动检定，检定结束后结果自动显示，可数进行查看，重检、保存、打印等程序）。

三、 工作原理

活塞式液体标准体积管作为标准器检定流量计时与被测流量计串联，体积管的标准体积 Vs 是经过水驱法精确检定过的已知数，在一个检定过程中，体积管排出一个标准体积的液体，同时记录被检流量计通过相同的液体所发出的脉冲数 N，由此得出被检流量计未经温度、压力修正的仪表常数 kg：

$$Kg = N / Vs \qquad (N/L)$$

经温度、压力修正后，得到被检流量计的静仪表常数 Kn：

$$Kn = Kg \times C \qquad (N/L)$$

式中，C 为温度、压力修正系数。

被检流量计在出厂时给出的基本仪表常数为 K_b，K_b 与 Kn 之比，即为被检流量计的流量计系数 MF，即

$$MF = K_b / Kn$$

被检流量计的基本误差 E 由下式确定：

$$E = (1 - MF) \times 100\%$$

活塞式小体积管操作注意事项：

1、检查各排污阀门是否关闭，各电源开关是否处于关断位置，特别是用于清洗的管道泵，必须关闭。并且在非清洗状态下严禁开启。

2、检查氮气压力是否在 0.4~0.6Mpa 左右。

3、接好三相 380V 交流电源，试开一下液压泵电源开关，（立刻关闭）看液压泵电机的转向是否为顺时针转动，若旋向不对，请把三相电源的二头任意对调，再试，直至正确。

4、接好计算机控制箱的电源插头，把体积管连控制箱插头和流量计脉冲插头，以及计算机和管制箱之间的连线接好，分别打开计算机和控制箱的电

源开关，并操作计算机使程序进入检定流量计状态。

5、在以上检查操作完毕后，先打开体积管进出口阀门，给其通油（检定液），使体积管充分预热约半小时（冬季要适当延长）。

6、在预热完毕后，关闭手动运行开关 KG1，开启液压泵电源开关，使体积管内大活塞返回上游位置等待检定。（计算机上有显示）这时液压力在2.0Mpa~3.0Mpa。这个压力大小，以液压能把体积管大活塞拉回上游为准。（一般取 2.0Mpa 左右）压力不对，可调节液压溢流阀。若冬季由于体积管内有上次检定时留下的干固物体阻碍活塞运动，可反复手动运行开关的开与关使液压电磁阀控制大活塞往复运动，直到可以返回上游位置为止。

7、在检定过程中，每次检定开始前，应先将体积管中有可能存在气体排出。（有三个位置，即：体积管计量筒前后和过滤器的上部）

8、计算机操作可根据提示，进入流量计检定操作，在选择好使用单位、流量计型号系列号后，再分别输入当时的检定液温度、压力（进出口的压力及温度）以及环境温度被检流量计是处于体积管的上游还是下游。和被检流量计的给定仪表系数，检定循环次数和每次检定次数。在所有数据输入完毕后，即可进入流量计检定。检定结束后，可查看检定结果，可选择保存数据。并且可以现场打印。由于全汉化提示，操作比较方便。

9、在检定结束时，应先将体积管上 KG1 的手动电磁阀开关转至开，再关闭 KM1 开关，使液压泵停机，使体积管内大活塞移动到下游位置。（若不开 KG1，关 KM1 时，则会有电机反转并有响声，属于正常现象）再停止检定液循环，用气扫线，并从体积管计量缸筒两侧底部放出多余检定液，有条件时，应及时清洗体积管，并加入保护液，拆除各连接引线和管线，结束检定。

10、清洗体积管时可使用柴油、清洗剂等。

清洗步骤 （见图 10）

(1) 分别打开 PV04、PV02 阀放净残留的检定液后关闭，关闭体积管进、出口阀。

(2) 用双面带接头软管接通 CRJ2、CRJ5，另用一个单接头软管接在 CRJ1 上，并把其插入装有清洗液的容器内，打开排气阀 PV01，PV03。

(3) 打开 PV08 阀，使泵 Y1 内充液之后开泵，开 PV07，PV04 使清洗液进入

体积管内。

(4) 当 CRJ3、CRJ4 出液时，关闭对应阀 PV01、PV03，打开 PV02，PV06 阀，关闭 PV09、PV08 阀，这时清洗液在体积管内循环，这时可打开体积管液压泵，用手动控制电磁阀使体积管内大活塞往复运动，达到清洗目的。

(5) 若有条件，也可以用体外循环方法，即把清洗液打回外部容器内（从 CRJ6 口入开 PV09 关 PV06），再从 PV08 进入泵中打入体积管形成循环（清洗效果较好）。

(6) 先用柴油清洗完后，可用自流法从 CRJ1、CRJ2 之口（或开 PV02、PV04、从 CRJ6）放出残液，也可以在开 PV02、PV06、PV07 以及进气阀 PV01、PV03 从 CRJ5 口接一软管，用泵把残液打回容器内。

(7) 可以用水加金属清洗剂进一步清洗，清洗步骤同上，最后必须用清水清洗干净，以达到体积管检定标准检定体积管所要求的条件。

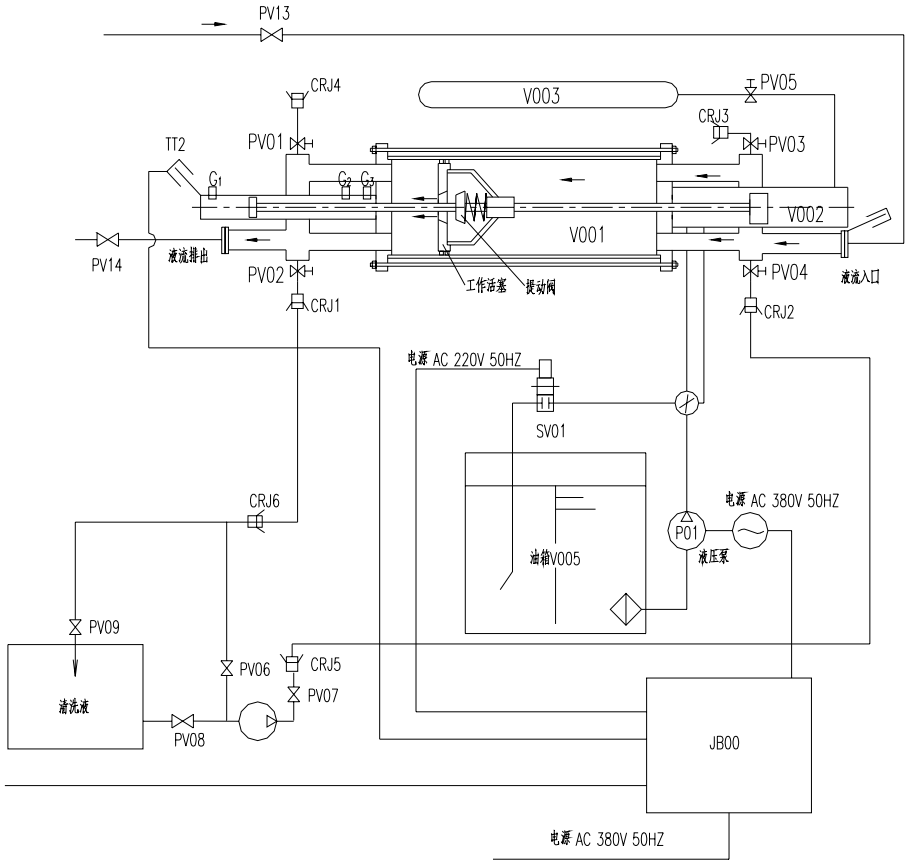


图 10　体积管清洗系统图

四、　活塞式小体积管检定公式

1．1　为取得精确脉冲，以克服由于小体积管标准体积小，相应采集脉冲少的不足，“ 采用双计时法 ”。使所采集的被检流量计脉冲精确到几分之一到

几十分之一以上。

1．2　双计时脉冲插入法：

用两个计时精度为 1ms 的计时器，分别测量体积，当检测器开启工作到检测器结束工作的时间 T1，和当检测器开始计数工作后第一个上升沿到检测器结束计数后第一个上升沿的完整脉冲 T2。检测器从开始到结束计数为 N’。则在整个计量过程中每个脉冲的时间 t1=T2/N，则在整个计量段内的精确插入脉冲。

N = T1 / t1 = T1 N’/T2　（式 1）

计算体积管测得流经流量计的体积值

V = Vs*Cps*Ct1*Cpl*Cti*Cts（式 2）

式中：Cts=1+βs(ts-20)

Cps=1+D Ps/ Es*e

Cpl=1+βl(tm-ts)

Ctl=1+Fl(Ps-Pm)

Cti=1+qi (ti-20)

Vs　体积管在标况下的体积值

Cts、Cps 分别为标准体积管壳壁的温度、压力修正系数

Ctl、Cpl 分别为标准体积管内检定液的温度、压力修正系数

Cti　为体积管殷钢棒材质的体积修正系数

Cpl、Ctl 分别为工作液体所受压力和温度影响的修正系数

Cps、Cts 分别为体积管材料受压力和温度影响的修正系数

D　体积管测量段的内径　（m）

E　体积管测量段的壁厚　（m）

Es　体积管材质的弹性模量　（Pa）

βs、βl 分别为体积管和工作液的体膨胀系数（1 / ℃）注：βl=2α1

ts、tm 分别为体积管和流量计处液体的温度　（℃）

F1 工作液体的压缩系数　（1 /Pa）

Ps、pm 分别为体积管和流量计处的表压力　（Pa）

3．　计算流量计仪表系数 K

由于各种容积式流量计是以固定的流量计系数 K 来确定表头的计数传动

比，所测出的 K 值就直接反映出流量计的准确性，而对于输出脉冲频率信号 A 类速度式流量计（见国标）JJG198-94，3 中规定，其流量输出速比也与 K 相关。所以测量出 K 值就直接反映出流量计的准确性。

计算容积式流量计仪表系数 K

$$K = 1 / mn \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} Ki\,j \qquad \text{（式 3）}$$

式中 K、i、j 各检定点各次检定流量计仪表系数

i 检定点数，i=1、2、3…m

j 每个检定点的检定次数，j=1、2、3…m

由于活塞式小体积管相对大体积管容积偏小，在单次检测中有时出现随机性偏差，这是由于流量计转子转动一周排量不均匀，流量计计数挂轮系统传动存在不均匀传动阻力（如当计数器进位时）以及流量计与体积管间距离较远，检定液流量不均匀造成的影响，所以活塞式小体积管采用对每次检定中增加测量次数，即增加循环量，一般 5 个以上，用每个循环所测出的仪表系数取平均，作为一次检定，这样可大大消除随机偏差的影响。

$$Kij=1/q\,n \sum_{k=1}^{q} Kijk \qquad \text{（式 4）}$$

式中：K、i、j、k 第 i 个检定点第 j 次检定中的第 k 次循环

q 第 i 检定点，第 j 检定循环数　q=1、2、3…k

取 k≥5

$$Kijk = Nijk / Vijk \qquad \text{（式 5）}$$

式中：Nijk 第 i 个检定点第 j 次检定第 k 次循环的流量计脉冲数

（经式（1）计算所得）

Vijk 对应 Nijk 时的体积管标准体积值（经修正过的）

计算每个检测点的平均仪表系数 Ki

$$Ki=1/N \sum_{j=1}^{n} Kij\ (1/L) \qquad \text{（式 6）}$$

4．　基本误差的计算：

$$\text{由标准给定：} E=\frac{V_m-V}{V}\times 100\% \qquad \text{（式 7）}$$

式中：E　流量计基本误差

Vm 流量计的测量值（示值）

V　修正后的标准体积管的体积值

因为 $V_m = N / K_b$　　$V = N / K_n$

$$\text{所以 } E=\frac{V_m-V}{V}\times 100\%=\frac{N/K_b-N/K_m}{N/K_m}=\frac{K_n}{K_b}-1$$

$$=\frac{K_n-K_b}{K_b}\times 100\%$$

$$\text{因为 } MF=\frac{V}{V_m}=\frac{N/K_m}{N/K_b}=\frac{K_b}{K_m}\times 100\% \qquad \text{（式 8）}$$

式中：N 为体积管排出标准体积时流量计发出的精确脉冲数。

Kb 为流量计给定标称仪表系数

Km 为经温、压修正后流量计实际仪表系数，根据计算需要 Kn 可为 Ki、Kij、Kijk

MF 流量计系数

5．　流量计重复性误差

$$\delta=(E_{i\max}-E_{i\min})\times 100\% \qquad (\text{式 9})$$

$E_{i\max}$ 第 i 检验点的基本误差最大值

$E_{i\min}$ 第 i 检验点的基本误差最小值

6．活塞式小体积管检速度式流量计

由于活塞式小体积管检定原理决定，对于速度式流量计能检定 A 类液体流量计（以脉冲发讯的）

6．1　先让流量计在其流量上限（70%~100%）运行五分钟以上。

6．2　选择检定点：包括 Qmin、0.07Qmax、0.15Qmax、0.25Qmax、0.4Qmax、0. 7Qmax、Qmax

6．3　选择检定次数

6．3．1 每个检定点至少检定 3 次。

6．3．2 对 0.1，0.2 级流量计，每个检定点至少检定 6 次。

6．3．3 当一次检定中流量计脉冲数的相对误差绝对值大于被检流量计重复性 1/5 时，这个检定点至少检定 6 次。

6．4 检测中每调一个流量点，应待压力、温度流量稳定后方可进行检定。

7． 流量计的仪表系数

7．1 计算每个检定点每次检定的系数

$$\text{因为 } kijk = \frac{Nijk}{Vijk} \qquad \text{（式 10）}$$

式中：kijk 第 Ii 检定点第 j 次循环的系数（1/L）（修正过的）

Vijk 第 ii 检定点第 j 次循环的标准流量体积。（L）

Nijk 为与 Vijk 对应的脉冲数（容积式表式 1 计算值）

i=1、2……m，m 为检定点数，m≥3

j=1、2……n，n 为检定次数，n≥3

k=1、2……n，n 为每次检定的检定组数，n≥5

$$\text{所以 } Kij = 1/q \sum_{k=1}^{q} K\,i\,j\,k \qquad \text{（式 11）}$$

7．2 每个检定点点的平均仪表系数为 Ki

$$Ki = 1/n \sum_{j=1}^{n} Kij\ (1/L) \qquad \text{（式 12）}$$

7．3 计算流量计的仪表系数 K

$$K = \frac{(Ki)max + (Ki)min}{2}(1/L) \qquad \text{（式 13）}$$

式中：（Ki）max 各检定点的系数 Ki 中最大值（1 / L）

（Ki）min 各检定点的系数 Ki 中最小值（1 / L）

7．4 计算流量计的相对示值误差（也称流量计的线性度）

$$E1 = \left| \frac{Ki-Ko}{Ko} \right|_{max} \times 100\% \qquad \text{（式 14）}$$

对于制造和修理后的流量计，Ko 为本次检定按（式 13）计算出的流量计仪表系数 K 活塞式小体积管标准体积的检定方法。

活塞式小体积管标准体积的检定方法

1． 活塞式小体积管是检定累积式流量计的标准装置之一它的精度直接影响检定流量计的准确性。要求活塞式小体积管的重复性误差 β ≤0.02%准确度误差 E≤±0.05%。

2． 检定方法及条件

2．1 本体积管采用容积式水标法检定装置来检测，也就是让体积管的入口处接水源，体积管出口接标定控制电磁阀与标准量器相连接。

2．2 标准量器选用与体积管标称体积相同的标准量器，其准确度不应低于±0.025%。

2．3 标定用的水源可用压力比较稳定自来水，压力最好大于 0.1 Mpa。也可以用循环泵，从一个容积大于体积管设计容积 5 倍以上的水槽取水，要求水质清洁水量足够。

2．4 用于测量水温和环境温度（殷钢棒处温度）的温度计分别放在体积管入口和标准量器出口以及体积管光电管附近。共 3 支用 0~50℃，最小分度为 0.1℃的温度计。

2．5 准备秒表一只，以便记录放水点滴时间。

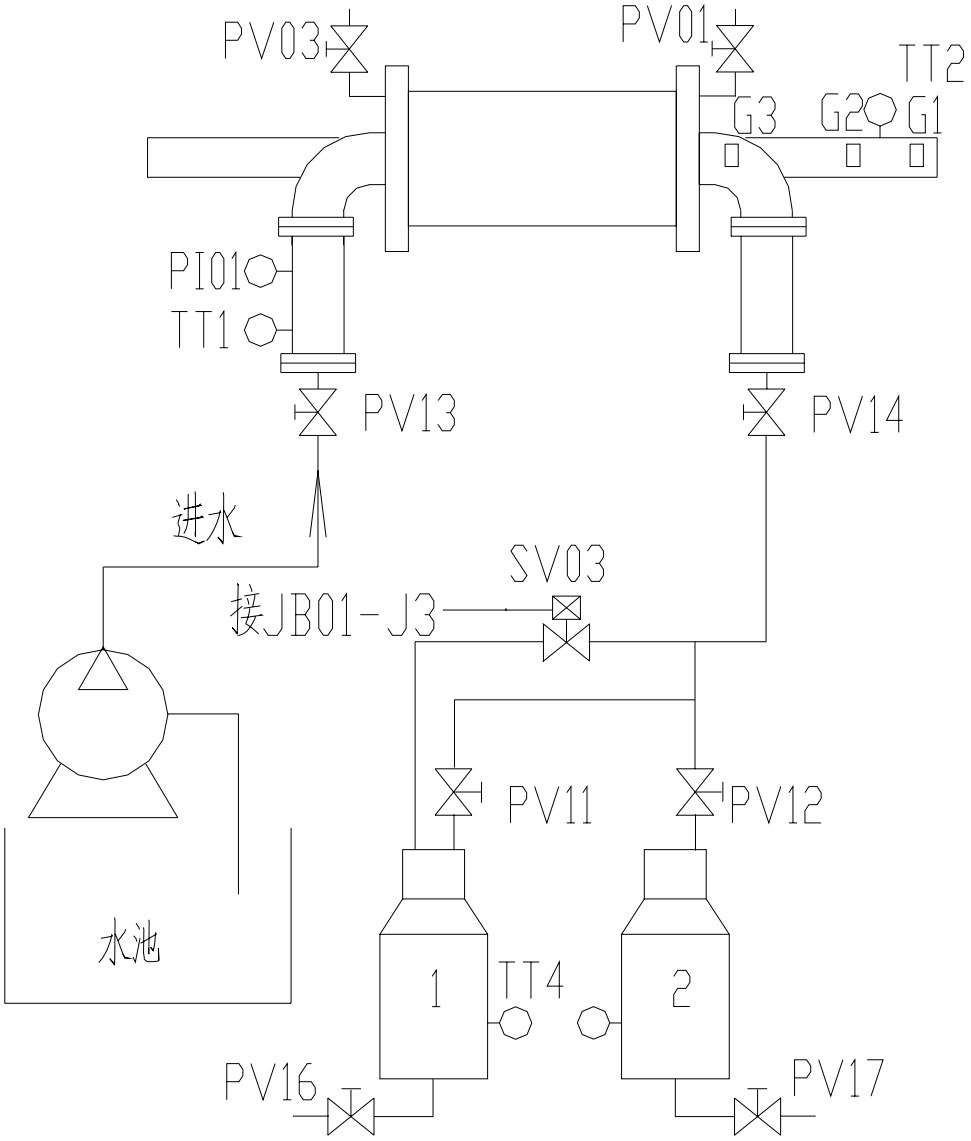
2．6 用于测量体积管内水压的精密压力表安装在体积管进口管路上，精度 0.4 级，压力范围 0.4Mpa。

3． 检定准备步骤

3．1 将检定回路按图连好（见图 11），若当地自来水流量压力稳定，一般大于 0.1Ma，图一的水池水泵可以省略，用自来水代替，水排入地沟。

3．2 把检定控制用电磁阀的导线接入体积管电器相内标定控制板 J3 接线端子板 。并将体积管的电源线与控制箱的连线接好，打开 PV13、PV14。

3．3 打开水源，让体积管内充满水并打开阀 PV11，使水充满标准量器，之后适量打开 PV16，使标准量器水总保持充满。这样保持约 10 分钟，使体积管处水温与标准量器水温保持一致，温差小于 0.5℃。



TT1：体积管内流体温度　　TT2：光电管处温度　　TT4：标准罐内温度

PV01,PV03：排气阀　　PV13：进水阀　　PV11，PV12：加快阀

PI01：压力变送器　　SV03：电磁阀　　PV14：出水阀

1，2：标准罐

图 11　活塞式体积管标定流程示意图

3．4　打开体积管液压泵电源，控制器电源，这时体积管内大活塞被液压拖回上游位置，按动体积管上电器箱内左侧开始键，使大活塞向下移动，这时检定控制电磁阀开启，为加快速度可开启 PV11 阀这样使活塞移向下游，然后按控制箱右边键，使活塞返回上游位置。这样往复数次，就可以正式开始检定。

3．5　按电器控制箱内返回键，使体积管内活塞返回上游，有条件最好将有光

电管的计量段殷钢棒的保护管打开，以便直接观查挡光器的移动情况。

4． 标定标准体积

4．1 在以上准备工作完成以后，按动控制箱内开始键，这时活塞向下移动，为加快速度可以打开 PV11 阀，这时打开体积管上部前后排气阀 PV01、PV03，排除可能存在的气体。在挡光器接近 G2 光电管时，迅速关闭 PV11 阀，让水只通过电磁阀，这时应保持标准量器内水位在零线附近，直到挡光器到 G2 光电管。这时电磁阀自动关闭。

4．2 全开标准量器底部排水阀，放净量器内水，当水放至点滴时，用秒表计时一分钟，关闭底阀，用手按住控制板上开始键，直至控制板上红灯灭后松手，这时活塞继续向下移动，为加快速度可以打开阀 PV11，这时读取体积管内压力、温度以及殷钢棒附近温度。

4．3 当挡光块快接近 G1 光电管时，关闭 PV11 阀，让水只走电磁阀，当挡光块快到达 G1 时，电磁阀关闭。这时就可以读取标准量器上的示值，既可作为一次标定值，然后适当放一部分标准量器内水，同时测量一下水温，将体积管再返回上游位置，并开始下一次标定过程。

4．4 这样连续检定，检定次数不少于 7 次。

4．5 当采用双标准量器标定时，在完成 4.2 项操作后，先打开 PV12，让 2 号标准器先充满水，并控制 PV17，让水位在 0 刻值处，再打开 PV11 给 1 号标准器充水，执行 4.3 项操作。

5． 体积管检定体积温度、压力换算

5．1 $Vps = Vs[1+\beta s(ts-20)+\beta w(tp - ts) - 2Cp(tp-20)- Pp (D /Et+Fw)]$ （式 1）

式中：Vps 体积管在标准状态下置换出的基本体积（m3）

Vs 标准量器的示值（m3）

βs、βw 分别为标准量器材质的水的体膨胀系数（1/℃）

ts、tp 分别为标准器和体积管的水的温度（℃）

ap、ar 分别为体积管材质和测量杆材质（殷钢）线胀系数（1/℃）

Pp 体积管内液体的表压力（Pa）

tr 测量杆（殷钢棒）处的温度（℃）

D 体积管的公称直径（m）

E 体积管材质的弹性模数（Pa）

t 体积管的壁厚（m）

Fw 水的压缩系数（1/Pa）

5．2　取多次测量的平均值作为体积管的基本体积（m3）

$$Vps=\frac{\sum_{i=1}^{n}(Vps)_i}{n} \qquad （式 2）$$

式中：（Vps）i 第 i 次检定体积管的基本体积（m3）

n 检定次数

5．3　如果活塞式小体积管的测量杆和活塞杆同在上游侧，则其上下游体积不一样，在测量完成下游体积后，需要对上游体积进行换算。（当测量杆和活塞杆分处于体积管上下两端，因其直径相同不需分别测量。）

$$Vps\ 上=Vps\ \frac{\pi L r}{N}(d1^2+d2^2) \qquad （式 3）$$

式中：Vps 上换算后体积管上游体积（m3）

Lr　体积管测量杆处标准段光电管间距离（m）

d1 体积管内液压推杆的直径（m）（厂家出厂时测定）

d2 体积管内计量推杆的直径（m）（厂家出厂时测定）

6．　数据处理

6．1　标准误差

$$\delta=\frac{\sum_{i=1}^{n}[(Vps)i-Vps]^2}{n-1}^{1/2} \qquad （式 4）$$

6．2　取极限相对误差为体积管的重复性：

$$Er=\frac{ta(k)\ \delta}{Vpsn}\times 100\% \qquad （式 5）$$

式中：ta(k)置信度为 9.5%的 t 的分布系数

k=n—1 自由度

6．3　准确度

E=(Er^2+Es^2)^1/2　　（式 6）

6．4　粗差弃舍

按汤姆逊方法进行（见国标 JJG209-94 附录 5）

7．　行车试验

在体积管各项试验和示值标定合格后，对新制造的车装体积管还应作行车试验，在三级公路的路面上行车 150 公里后，再按规程做容积示值检定，若其容积复检值 V 满足下式，则行车试验合格。

V=（1-（Es^2+Er^2）^1/2）≤V≤V（1+（Es^2+Er^2）^1/2）　（式 7）

式中：V 试验前体积管的检定容积（m3）

Es 标准量器的准确度

Er 体积管容积示值的重复性

8．　漏失量试验

8．1　活塞式体积管在计量段内活塞前后密封性能好坏，直接影响计量精度，标准规定失量 5 分钟以上 0.006%标称体积值。

8．2　测试漏失量方法如下：

在检定完体积管标准体积之后，保持供水水压不变，关闭排水阀门，将体积管内活塞放在计量段内上中下不同位置，用百分表测量光电检测器处挡光块的位移数值，保持氮气压力 0.5Mpa 以上。

8．3　计算漏失量公式

$$\mu i = \frac{\pi D^2}{4} Li \qquad （式 8）$$

式中：μi 体积管漏失量（m3）

D 体积管内计量段内径（m）

Li 测行挡光块位移量（m）

8．4　当μi/Vps≤0.006%时认为本体积管漏失量为合格。

安 装

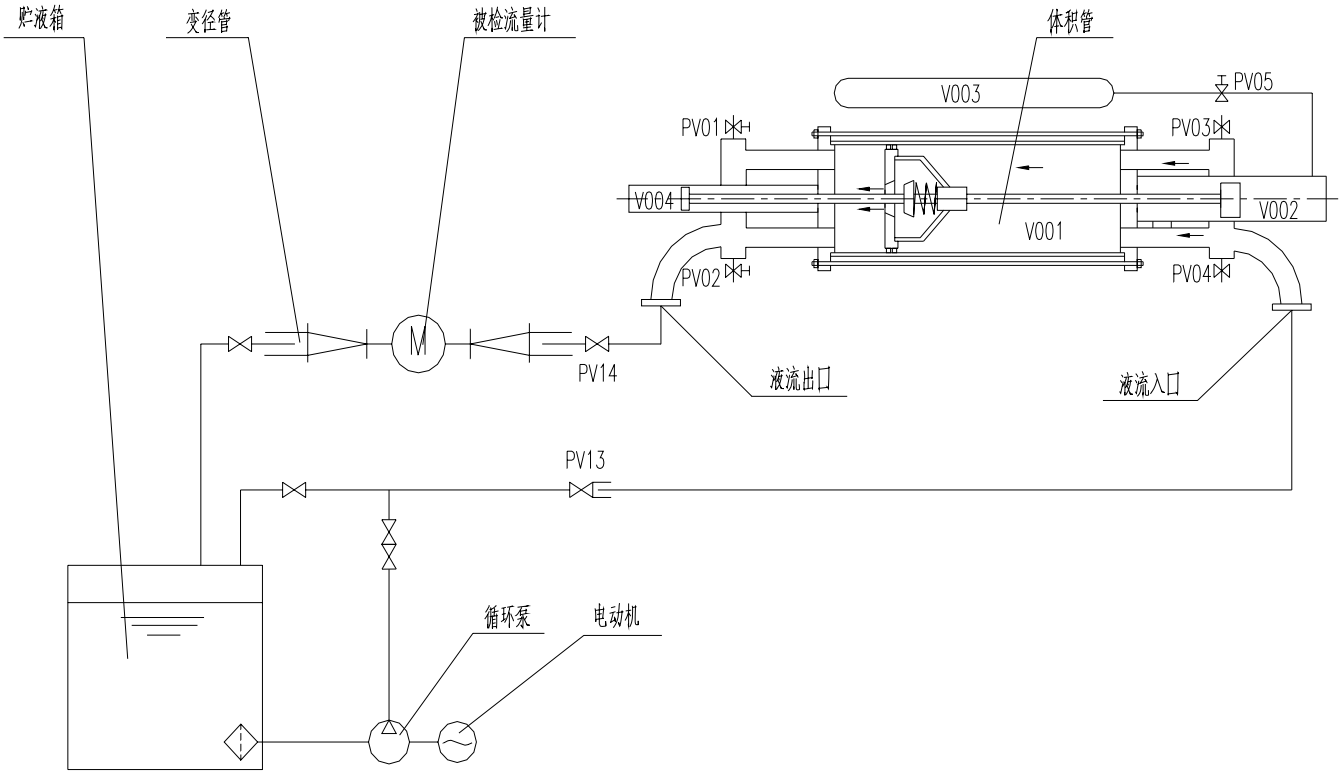
1、设备的接收

体积管在出厂之前，经过精细的标定、试验及包装，所有备件都列在装箱清单上，如果接到货物后发现仪器有碰撞伤痕及备件丢失现象，请及时与负责运输部门及生产厂家联系，商量妥善的解决办法。

如果用户要求的话，生产厂家可以协助用户对体积管进行验收、安装、调试等工作。

2、设备安装

体积管有固定式和活动式两种，固定使用时需建立检定系统，如图，为比较典型的工艺流程图（厂家可代为设计、安装)。活动式体积管是把原来的撬装体积管装在检定车上，需要时可到流量计使用现场进行检定。



维护及保养

1、过滤器工作一段时间以后，要定期进行清洗、并检查滤网是否完好，否则要更换滤网，对于较脏的工作介质，检查周期要相应缩短。

2、开启液压泵之前，应检查液压油箱的油位，油量处于总体积的 1/2~3/4 为适宜。

3、体积管工作之前，应检查氮气缸内压力是否满足要求（0.5Mpa）。

4、体积管密封圈性能的好坏，是体积管能否正常工作的关键之一，所以要定期对体积管密封圈进行试漏检查。

5、体积管的标准体积要定期由法定计量部门采用水驱法进行标定，取得合格证方能使用。

故障排除

一、机械故障检修

现象	原因	故障排除
计量活塞不返回上游	1、液压泵没运行； 2、液压油量过少； 3、液压电磁阀动作失误； 4、光电检测开关失灵； 5、控制接口板或固态继电器故障。 6、体积管控制仪未通电或有故障。	1、检查液压系统电源是否接通，电压值是否满足液压泵电机铭牌要求。 2、检查液压油箱油位，如果油量过少的话，填加液压油，直至液压油量到总体积的 1/2~3/4 处为止。 3、检查电磁阀动作情况及供电电源是否满足电磁阀铭牌要求。 4、检查光电管安装情况，是否被异物遮档，并检查光电管的供电电压是否满足要求； 5、更换控制接口板。
无脉冲输入	1、流量计本身故障； 2、脉冲发生器故障。 3、脉冲电平不合适	1、观察脉冲发生器下面流量计输出转动是否平稳连续，否则修理流量转子与转动轴承。 2、检查脉冲发生器与转动轴的连接是否连接牢固，检查脉冲发生器内部齿轮传动是否平稳。 3、检查脉冲电平，低电平小于 0.5V，高电平大于 3V
计量活塞不向下游运动	1、计算机没发出开始标定运行指令； 2、液压电磁阀动作失灵； 3、检定液中无流量。	1、检查体积管控制接口板 J1 上的 2、3 脚间电压，未传指令或线路故障电压不小于 0.7V。 2、检查液压电磁阀和控制接口线路板，电磁阀的启动电压应与铭牌上所标有的电压值一致，如果必要的话更换电磁阀或控制接口线路板。 3、检查流程。
标准体积管重复性差	1、体积管内存在气体； 2、光电检测开关灵敏度降低； 3、电磁阀动作超前或滞后； 4、体积管标准体积段密封不严。	1、打开体积管放气体，排除所有气体。 2、检查光电管的供电电压以及接线是否正确，如果必要的话更换光电管。 3、检查电磁阀。 4、按照所给的方法，对体积管缸体部分进行试漏检查，如果确认是密封圈故障，更换密封圈（需由厂家进行）。